

MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA FOLIAR DEL CENIZO *Leucophyllum frutescens* (Berl.) I. M. Johnst. (SCROPHULARIACEAE)

M.A. Alvarado Vázquez*, A. Rocha Estrada y S.M. Salcedo Martínez

Universidad Autónoma de Nuevo León,
Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Botánica
Ave. Pedro de Alba s/n, Cd. Universitaria,
San Nicolás de los Garza, N.L. México. 66455.

*marco.alvaradovz@uanl.edu.mx

Resumen

Se describe e ilustra la morfología y anatomía de *L. frutescens*, destacando características de adaptación a hábitats áridos y semiáridos. Mediante técnicas de maceración, transparentación e histología en parafina. Encontrando que la hoja del cenizo presenta características que la hacen particularmente adaptable a los ambiente áridos y semiáridos, tales como hojas relativamente pequeñas, gruesas, algo revolutas, cutícula gruesa y con estriaciones cuticulares, principalmente en el haz; abundancia de tricomas en ambas superficies, más desarrollados en el envés; mesófilo con distribución isolateral, con dos capas de empalizada hacia el haz y una hacia el envés; sistema de espacios bien desarrollados en el mesófilo; estomas sólo en el envés, no muy abundantes y de forma casi circular.

Palabras clave: hoja, cenizo, tricomas, parénquima empalizada, parénquima esponjoso, México

Introducción

Hay zonas áridas y semiáridas en más de 100 países, en México ocupan más de 90 millones de hectáreas o sea zonas áridas, más del 40% del territorio nacional (Zerecero Leal, 1981). Las plantas presentan características morfológicas y anatómicas que las hacen sumamente singulares, se les conoce generalmente como xerófitas y han sido definidas como vegetales que se

desarrollan en ambiente áridos y cuya transpiración disminuye bajo condiciones de deficiencia hídrica. Rzedowski (1959), menciona que el clima árido, así como sus consecuencias en la fisiografía, hidrología y en los suelos crean condiciones peculiares, adversas para el desarrollo de la mayor parte de las especies vegetales y solo aquellas formas que poseen adaptaciones especiales que les permiten afrontar con éxito periodos largos de escasez de agua pueden colonizar este medio. Las características morfológicas que con mayor frecuencia pueden encontrarse en las xerófitas son un gran desarrollo del sistema radicular, tamaño relativamente pequeño y porción aérea compacta, reducción de la superficie foliar (microfilia, afilia, tendencia al enrollamiento), cutícula gruesa con frecuencia impregnada con resinas, ceras, aceites, sílice y/o provistas de tomento, estomas situados en depresiones, hendiduras, surcos, fosas, almacenamiento de reservas de agua, reducción del tamaño de células y presencia de espinas. Una de estas especies que vive en las zonas áridas y semiáridas es *L. frutescens* (Scrophulariaceae), conocido comúnmente como cenizo, es una planta de la medicina tradicional mexicana y además es muy utilizada como especie ornamental en áreas públicas y privadas (Alvarado Vázquez, 1997; Rocha Estrada *et al.*, 1998; Villarreal Quintanilla y Estrada Castellón, 2008; Vega

Menchaca *et al.*, 2013). Por otro lado, la familia Scrophulariaceae ha sido objeto de estudio por varios investigadores, entre los cuales destacan Metcalfe y Chalk (1950), quienes describen la morfología y anatomía de los órganos vegetativos de esta familia; Lersten y Curtis (1997), describen los idioblastos foliares subepidérmicos de *Scrophularia* y *Verbascum*, encontrando que estos se encuentran tanto en el haz como en el envés, la mayoría muy conspicuos y en algunas especies penetraban hasta el nivel de los tejidos vasculares, tienen una pared primaria delgada y están vacíos en la madurez. Lersten y Curtis (2001) estudiaron la anatomía foliar 172 géneros y 237 especies con la finalidad de investigar y observar las estructuras secretoras internas, encontrando cinco tipos en su mayoría desconocidas en las Scrophulariaceae tradicionales, estas se encontraron en sólo nueve géneros: a) idioblastos subepidérmicos unicelulares, vacíos en la madurez, en *Scrophularia* y *Verbascum*, b) 2–16 (o más) nódulos celulares con contenido fibroso en los estratos del mesófilo medio de *Graderia* y *Radamaea*, c) cavidades oleosas revestidas de epitelio en *Leucophyllum* y *Capraria*, d) vaina del haz agrandada tipo Kranz en *Anticharis*, y e) mesófilo paraveinal en *Picria* y *Bonnaya*. Kaplan y Inceoglu (2003) estudiaron la anatomía y morfología foliar de 14 especies pertenecientes a la tribu Rhinanthae; por su parte Ullah *et al.* (2020), estudian las implicaciones taxonómicas de la epidermis foliar de algunos taxa de Pakistán. Thabet *et al.* (2022), analizaron los componentes volátiles de los aceites esenciales de hojas y flores del cenizo, para evaluar por primera vez su actividad anti-vejecimiento, concluyendo que podría constituir un fármaco anti-vejecimiento natural prometedor.

Material y métodos

El material vegetal se colectó en el municipio de China, Nuevo León, entre los paralelos 25°28' y 25°26' de latitud norte y los meridianos 99°17' y 99°15' de longitud oeste, y se encuentra en la Provincia de la Planicie Costera del Golfo dentro de la Región Xerofítica Mexicana (Rzedowski, 1981). El clima es semiseco cálido CBS,



Figura 1. Planta del cenizo, *Leucophyllum frutescens*, mostrando sus hojas y flores.

(h') hx' (García, 2004); la precipitación media anual es del orden de los 500 mm (INEGI, 1986). De acuerdo a las cartas de vegetación de DETENAL (1978), la vegetación es del tipo matorral espinoso tamaulipeco.

Se colectaron muestras de 5 plantas de *L. frutescens* (Figura 1), los ejemplares están depositados en el herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas (UNL). Se tomaron muestras de hoja de las 5 plantas (seleccionándose hojas adultas y con una madurez adecuada), se les aplicaron las técnicas de maceración con los métodos de Jeffrey y Schultz (Curtis, 1986), transparencia con los métodos de Foster y Dizeo Strittmatter (D'Ambrogio de Argüeso, 1986) y cortes en parafina de acuerdo a Johansen (1940). Cada una de estas técnicas permitió conocer diferentes aspectos de la morfología y anatomía foliar del cenizo, además se realizaron 50 mediciones para cada tipo de célula o tejido. Los

criterios para la descripción de los tejidos fueron básicamente los de Metcalfe y Chalk (1950) y Radford *et al.*, (1974). Para los patrones de nerviación se utilizó la clasificación de Hickey (1973), para los estomas se siguió a Baranova (1992).

Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se presentan los valores de las medias y desviación estándar de las variables morfoanatómicas estudiadas en la hoja de *L. frutescens*.

Morfología

Hojas elíptico obovadas, obtusas en el ápice, cuneadas en la base, con un corto pecíolo, margen entero; con una longitud promedio de 12.16 mm y una anchura de 6.44 mm (Figura 2a), superficie densamente tomentosa, mayormente en el envés. Venación de tipo camptódroma reticulódroma, aunque a simple vista solo desataca la nervadura principal (Figura 2b); la hoja presenta un grosor de 239 μm sin contar los tricomas. La forma de la hoja en el cenizo, demuestra una tendencia a reducir el área superficial de la misma, lo cual es un carácter adaptativo en las xerófitas, ya que les permite evitar las temperaturas letales del ambiente de acuerdo con Sutcliffe (1977), y Orians y Solbrig (1977). Con respecto al tamaño, se sabe que las hojas pequeñas son una adaptación para reducir las necesidades hídricas (Dehgan, 1982; Ramos Alvarez y González Medrano, 1971; Rudall, 1979 y 1980); en cuanto al grosor Smith y Nobel (1978), mencionan que este puede tener relación con las altas temperaturas, ya que estas favorecen la formación de hojas más pequeñas y más gruesas.

Epidermis

Compuesta por una sola capa de células en ambas superficies, es ligeramente más gruesa en el haz que en el envés (Cuadro 1). La cutícula es gruesa en ambas superficies, pero mayormente en el haz (6.86 μm), en el envés es más gruesa sobre la nervadura central, y presenta estriaciones cuticulares en forma de picos delga-

dos en sección transversal, estas estriaciones han sido reportadas como una adaptación a los ambientes áridos (Rudall, 1979 y 1980); las células tabulares de forma poliédrica (6-8 lados), no lobuladas, similares en forma y dimensiones en el haz y en el envés (figura d). Los estomas son de tipo anisocítico, aunque hay algunos que presentan 4 células anexas con una disposición uniforme donde dos células son laterales y las otras dos se disponen en la parte basal y superior del estoma, estos estomas corresponden al tipo tetracítico (Figura 2d); la presencia de estomas solo en el envés concuerda con lo señalado por Metcalfe y Chalk (1972). Se presentan dos tipos de tricomas, dendríticos y glandulares; los tricomas dendríticos son muy abundantes en ambas superficies, aunque son de mayor tamaño (casi el doble) en el envés, donde son también más ramificados, estos tricomas dan la apariencia de estar hundidos en el centro de células epidérmicas (Figura 2f). Las glándulas son más pequeñas que los tricomas dendríticos y miden en promedio 25.91 μm (Cuadro 1), compuestas generalmente por cuatro células dos de ellas en la base, una sobre otra y las dos restantes de forma hemisférica, se complementan en una cabeza globosa, estas glándulas están rodeadas por 6-8 células epidérmicas a manera de corona o meridianos (Figura 2g), su abundancia es mayor en el envés (112.4/mm²) que en el haz (80/mm²).

Mesófilo

El arreglo del parénquima es de tipo isolateral, con dos capas de células de parénquima en empalizada hacia el haz y una sola capa hacia el envés, el parénquima esponjoso se encuentra en la parte central; es sabido que la hoja de tipo isolateral y el aumento en la cantidad o número de capas de tejido de empalizada son características típicas xeromórficas (Hull y Bleckman, 1977; Bokhari y Hedge, 1977; Fahn, 1978, Rudall, 1979 y 1980; Johnson, 1980). El parénquima en empalizada tiene un arreglo compacto y bien definido, aunque cabe mencionar que la segunda capa (la más interna) de empalizada en el haz es algo difusa, perdiéndose en

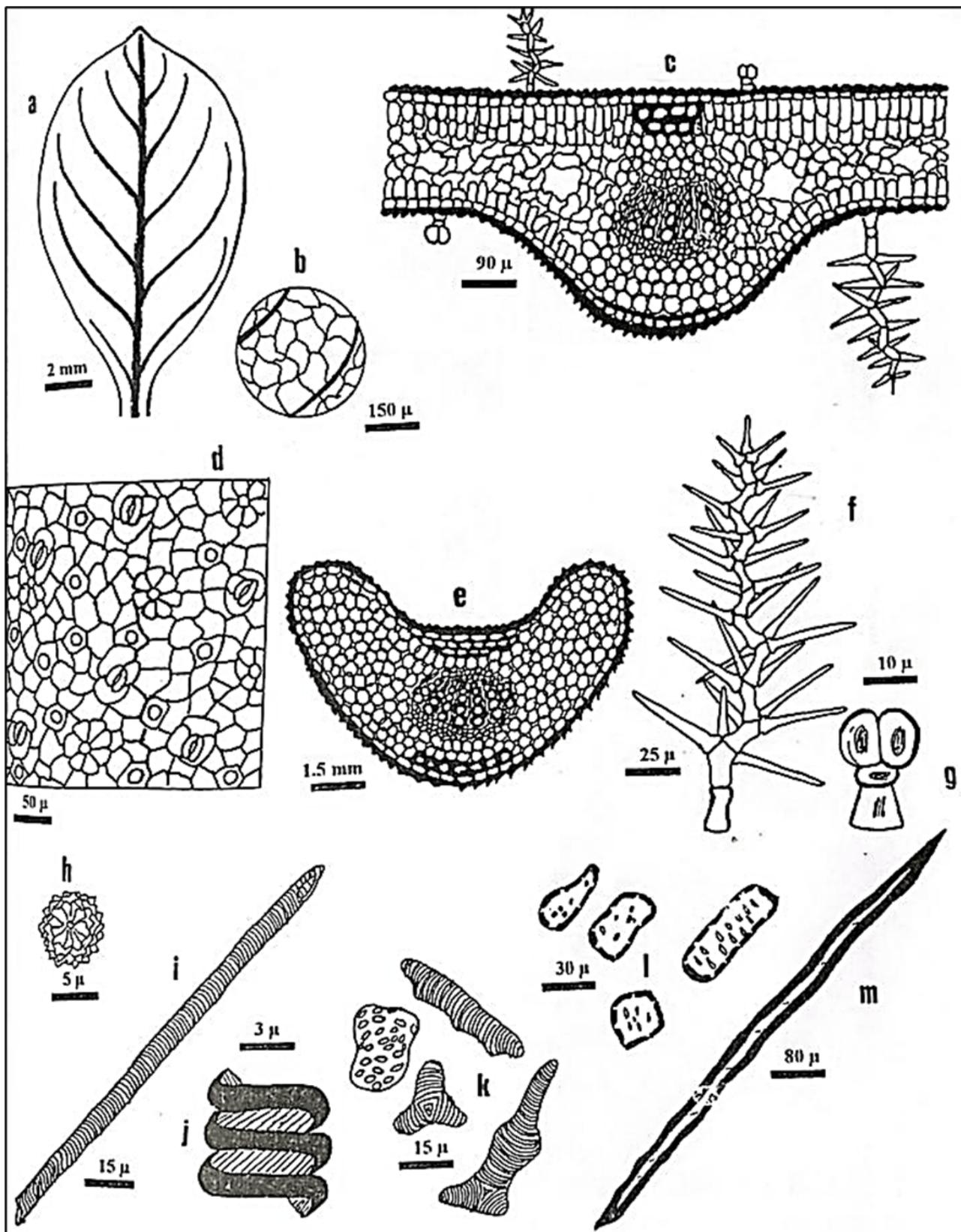


Figura 2. *Leucophyllum frutescens* (Berl.) I.M. Johnst. a, morfología y nerviación de la hoja; b, detalle de la nerviación; c, corte transversal de la hoja; d, epidermis de la hoja; e, corte transversal del peciolo; f, tricoma dendrítico; g, tricoma glandular; h, cristal de oxalato de calcio, drusa; i, vaso helicoidal; j, detalle de la pared del vaso helicoidal; k, traqueidas helicoidales y puntiformes; l, células de parénquima del xilema; m, fibras.

Cuadro 1. Valores promedio \pm desviación estándar, máximo y mínimo de las variables morfoanatómicas estudiadas en la hoja de *Leucophyllum frutescens*. * Valores en micrómetros (μ).

Variable	Media+D.E.*	Máx.*	Mín.*
Longitud de hoja (mm)	12.16 \pm 2.23	17.00	9.00
Ancho de hoja (mm)	6.44 \pm 1.23	9.00	4.00
Grosor de hoja (mm)	239.00 \pm 12.68	262.86	212.31
Grosor de cutícula en haz	6.86 \pm 1.04	8.96	5.12
Grosor de cutícula en envés	3.38 \pm 0.82	5.12	2.56
Longitud de células tabulares en haz	42.19 \pm 5.44	51.20	33.28
Longitud de células tabulares en envés	27.75 \pm 4.23	38.40	20.48
Ancho de células tabulares en haz	41.27 \pm 8.57	64.00	28.16
Ancho de células tabulares en envés	25.52 \pm 6.18	38.40	15.36
Altura de células epidérmicas en el haz	21.91 \pm 2.57	25.60	17.92
Altura de células epidérmicas en el envés	17.10 \pm 2.18	20.48	12.80
Longitud de células oclusivas en envés	27.75 \pm 2.93	33.28	20.48
Ancho de células oclusivas en envés	27.55 \pm 2.48	33.28	20.48
Número de estomas/mm ² en envés	86.40 \pm 29.14	140.00	40.00
Número de tricomas/mm ² en haz	240.40 \pm 14.57	260.00	220.00
Número de tricomas/mm ² en envés	236.80 \pm 17.49	270.00	210.00
Longitud de tricomas en el haz	113.97 \pm 26.56	171.52	74.24
Ancho de tricomas en el haz	63.90 \pm 15.48	99.84	40.96
Longitud de tricomas en el envés	208.79 \pm 33.16	268.80	148.48
Ancho de tricomas en el envés	126.05 \pm 25.81	192.00	97.28
Número de glándulas/mm ² en haz	80.00 \pm 7.64	100.00	70.00
Número de glándulas/mm ² en envés	112.40 \pm 14.22	140.00	80.00
Longitud de glándulas	25.91 \pm 1.35	28.16	23.04
Ancho de glándulas	15.82 \pm 2.12	20.48	12.80
Altura de glándulas	25.91 \pm 1.35	28.16	23.04
Longitud de células de parénquima empalizada	40.09 \pm 7.36	61.44	30.72
Ancho de células de parénquima empalizada	16.44 \pm 2.71	23.04	12.80
Longitud de células de parénquima esponjoso	34.30 \pm 4.62	43.52	28.16
Ancho de células de parénquima esponjoso	23.65 \pm 2.36	28.16	20.48
Longitud de células de parénquima en xilema	38.71 \pm 10.33	58.88	25.60
Ancho de células de parénquima en xilema	25.29 \pm 5.08	35.84	15.36
Diám. de cél. de parénq. no fotosi. asociado a las nervaduras	38.50 \pm 3.09	43.52	33.28
Longitud de fibras	728.73 \pm 92.20	808.80	626.82
Ancho de fibras	8.24 \pm 1.96	10.24	6.40
Longitud de vasos helicoidales	111.51 \pm 26.83	166.40	64.00
Ancho de vasos helicoidales	8.55 \pm 1.64	12.80	5.12
Longitud de traqueidas helicoidales	44.08 \pm 30.63	153.60	17.92
Ancho de traqueidas helicoidales	18.33 \pm 8.19	35.84	7.68
Número de cristales/mm ²	92.80 \pm 45.96	160.00	40.00
Diámetro de cristales	7.63 \pm 0.58	8.96	6.40

pequeñas con el parénquima esponjoso. Las células de empalizada no son de forma tan alargada como en otras especies, sino más bien son células 2/3 a 3/4 tan anchas como largas. El parénquima esponjoso está formado por células poco lobuladas, más bien de forma elíptico-redondeadas, con un arreglo algo compacto y pocos espacios entre sí, destacando la presencia de espacios aéreos de tamaño considerable, pero no entre las células, sino en forma independiente a manera de huecos o canales (Figura 2c), a este respecto Lersten y Beaman (1998) mencionan que estos canales encontrados en el cenizo corresponden a cavidades oleosas y esto es confirmado por Thabet *et al.*, (2022).

Se pueden apreciar algunas células de colénquima hacia la parte interna de ambas epidermis, encima y debajo de la nervadura central (Figura 2c). Cristales muy escasos en el mesófilo y en el resto de la hoja, tipo drusa con un tamaño promedio de 7.63 μm de diámetro (Figura 2h); Price (1970) menciona que los cristales son inclusiones comunes en las células vegetales, mientras que Metcalfe y Chalk (1972) indican que su presencia en células y tejidos específicos de muchas plantas es frecuentemente una constante, por lo que puede ser usada como una herramienta taxonómica. Por su parte Franceschi y Horner (1980) mencionan que la forma de los cristales es también una constante en cada planta y la forma de los mismos está bajo control genético, y que además la presencia de estos puede ser la manifestación de un esfuerzo del organismo para mantener un equilibrio iónico.

Haces vasculares

En sección transversal destaca solamente un haz vascular central, aunque también existen numerosos haces vasculares secundarios pero de diámetro menor, la disminución en el número de haces principales ha sido reconocido por Dehgan (1982), como una adaptación en las plantas de zonas áridas para economizar agua, por su parte Smith y Nobel (1986) agregan que existe una relación lineal entre el área superficial de la hoja y el número de haces vasculares, por lo que si las xerófi-

tas tienden a disminuir el tamaño de sus hojas es de esperarse que también disminuya el número de haces principales. Con respecto a los tejidos vasculares el xilema está dispuesto hacia el haz y el floema hacia el envés, ocupando el xilema aproximadamente $\frac{3}{4}$ o más de la superficie vascular; el floema presenta una disposición a manera de media luna enseguida del xilema. Los vasos son del tipo helicoidal (Figura 2i y j), de longitud y diámetro pequeño (111.51 y 8.24 μm en promedio, respectivamente). Existen además traqueidas helicoidales y puntiformes (Figura 2k), estas últimas son escasas y pequeñas (25 μm), las fibras (Figura 2m) son escasas, presentan una longitud de 728.73 μm ; el xilema presenta células parenquimáticas de pared delgada (Figura 2l). Es importante mencionar que alrededor del haz vascular central y sobre todo en la parte inferior se encuentran grandes células de parénquima no fotosintético, estas células son algo redondeadas y presentan un diámetro promedio de 38.50 μm , de acuerdo con Bokhari y Hedge (1977) estas células probablemente están involucradas con la función de almacenamiento de agua.

Peciolo

Es de forma hemisférica con una depresión en el centro de la parte superior, lo que le da una apariencia alada (Figura 2e). Su epidermis es similar a la de la lámina, con una gruesa cutícula y cubierta cerosa a manera de picos o crestas en vista transversal. Tienen abundantes tricomas de tipo dendrítico. Presenta un haz vascular se aprecia gran cantidad de células de parénquima no fotosintético y fotosintético, aunque estas últimas con menor cantidad de cloroplastos que el parénquima de la lámina. En las células parenquimáticas se pueden apreciar algunas drusas, aunque estas no son muy abundantes. Al igual que en la lámina se presentan células de colénquima lagunar enseguida de la epidermis, encima y debajo del haz vascular, el colénquima de la parte superior se dispone en 2 capas y en la inferior solo una. Las capas de la superficie superior son de paredes más gruesas que las del envés.

Referencias

- Alvarado Vázquez M.A. 1997. Morfología y anatomía de la hoja de 10 especies de plantas de diferentes estratos del matorral xerófilo en el municipio de China, N.L., México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. 227.
- Baranova M. 1992. Principles of comparative stomatographic studies of flowering plants. *Bot Rev*, 5B: 49-99.
- Bokhari M.H. & Hedge Y.C. 1977. Anatomical observations on a desert group of *Salvia* species. *Notes Roy. Bot. Gard-Edin.*, 35(3): 377-389.
- D'Ambrogio de Argüeso A. 1916. Manual de técnicas en histología vegetal. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur, S.A. Argentina. 79.
- Dehgan B. 1982. Comparative anatomy of the petiole and infrageneric relationships in *Jatropha* (Euphorbiaceae). *Amer. J. Bot.*, 69(8): 1283-1295.
- DETENAL. 1978. Carta edafológica. Clave G14C39. Escala 1:50000.
- Fahn A. 1978. Anatomía vegetal. Primera edición. Editorial H. Blume. Madrid, España. 643.
- Franceschi V.R. & Horner H.T. 1980. Calcium oxalate crystals in plants. *The Botanical Review*, 46(4): 361-416.
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México. Series Libros, 6: 90.
- Hickey L. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. *Amer. J. Bot.*, 60: 17-33.
- INEGI. 1986. Carta de efectos climáticos regionales. Clave G14-8 (Río Bravo). Escala 1:25000.
- Johansen D.A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Company, INC. New York and London. 522.
- Johanson C.T. 1980. The leaf anatomy of *Leptospermum* Forst (Myrtaceae). *Aust. J. Bot.*, 28: 77-104.
- Kaplan A. and Inceoglu Ö. 2003. Leaf anatomy and morphology of 14 species belonging to the Turkish Rhinanthaeae (Scrophulariaceae) tribe. *Israel Journal of Plant Sciences*, 51(4): 297-305. <https://doi.org/10.1560/F8U1-X91V-MXJX-TGMH>
- Lersten N.R. & Beaman J.M. 1998. First report of oil cavities in Scrophulariaceae and reinvestigation of air spaces in leaves of *Leucophyllum frutescens*. *Amer. J. Bot.*, 85: 1646-1649.
- Lersten N.R. and Curtis J.D. 1997. Anatomy and distribution of foliar idioblasts in *Scrophularia* and *Verbascum* (Scrophulariaceae). *American Journal of Botany*, 84(12): 1638-1645.
- Lersten N.R. and Curtis J.D. 2001. Idioblasts and other unusual internal foliar secretory structures in Scrophulariaceae. *Plant Systematics and Evolution*, 227: 63-73.
- Metcalf C.R. and Chalk L. 1950. Anatomy of dicotyledons. Vol II. Clarendon Press Oxford. 979-998.
- Orians G.H. & Solbrig O.T. 1977. Convergent evolution in warm deserts. Dowden Hutchison & Ross, Inc. Pennsylvania, U.S.A. 52-105.
- Radford A.E., Dickson W.C., Nasse J.R. & Bell C.R. 1974. Vascular plants systematics. Primera edición. Editorial Harper & Row Publishers. New York, U.S.A. 877.
- Ramos Álvarez C.H. & González Medrano F. 1971. La vegetación de la zona árida veracruzana. *Flora de Veracruz. Anales del Instituto de Biología, UNAM*, 43(1): 77-100.
- Rocha Estrada A., Torres Cepeda T.E., González de la Rosa Ma. del C., Martínez Lozano S.J. y Alvarado Vázquez M.A. 1998. Flora ornamental en plazas y jardines públicos del área metropolitana de Monterrey, México. *SIDA*, 18(2): 579-586.
- Rudall P. 1979. Leaf and twig anatomy of *Eriope* a xeromorphic genus of Labiatae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 78: 157-180.
- Rudall P. 1980. Leaf anatomy of the subtribe Hyptidinae (Labiatae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 80: 319-340.
- Smith W.K. & Nobel P.S. 1978. Influence of irradiation soil water potential and leaf temperature on leaf morphology of leaf morphology of a desert broad leaf, *Encelia farinosa* Gray (Compositae). *Amer. J. Bot.*, 65(4): 429-432.
- Sutcliffe J. 1977. Las plantas y el agua. Primera edición. Ediciones Omega. Barcelona, España. 2-63.
- Thabet A.A., Ayoub I.M., Youssef F.S., Sayed E.A. and Singab A.N.B. 2022. Essential oils from the leaves and flowers of *Leucophyllum frutescens* (Scrophulariaceae): phytochemical analysis and inhibitory effects against elastase and collagenase in vitro. *Natural Product Research*, 36(18): 4698-4702. doi: 10.1080/14786419.2021.2000981.
- Ullah F., Ayaz A., Saqib S., Parmar G., Bahadur S. and Zaman W. 2020. Taxonomic implication of leaf epidermal anatomy of selected taxa of Scrophulariaceae from Pakistan. *Microsc Res Tech*, 84(3): 521-530. doi: 10.1002/jemt.23608.
- Vega Menchaca M., Verde Star J., Oranday Cárdenas A., Morales Rubio M. Núñez González M., Rivera Guillen M. 2013. Actividad antibacteriana y citotóxica de *Leucophyllum frutescens* (Berl.) I.M. Johnston del norte de México contra *Staphylococcus aureus* de aislados clínicos. *Rev Mex Ciencias Farm*, 44(2): 24-30.
- Villarreal Quintanilla J.A. y Estrada Castellón E. 2008. Listados florísticos de México XXIV. Flora de Nuevo León. Instituto de Biología, UNAM. México D.F. 153.
- Zerecero Leal G. 1981. Campos experimentales forestales. *Ciencia Forestal*, 1: 4-16.